

Hanna Gołębiowska¹, Elżbieta Płaskowska²

¹⁾ *Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach*

²⁾ *Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

WPLYW AGROTECHNIKI NA WYSTĘPOWANIE CHORÓB
FUZARYJNYCH ORAZ NA JAKOŚĆ I ZDROWOTNOŚĆ ZIARNA
ODMIAN ŻYTA OZIMEGO*

Wstęp

Uprawę żyta ozimego cechują niskie nakłady środków produkcji na jednostkę powierzchni. Gatunek ten ma stosunkowo małe wymagania glebowe, oszczędnie gospodaruje wodą, dobrze znosi lekkie zakwaszenie, a także odznacza się małą wrażliwością na przedplon. Powyższe cechy powodują, że żyto – głównie forma ozima – nadal zajmuje wysoką pozycję wśród upraw zbożowych. Spośród państw Unii Europejskiej najwięcej tego zboża uprawia się w Polsce oraz w Niemczech i we Włoszech. W 2009 roku zajmowało ono powierzchnię prawie 1,4 mln ha, co w strukturze zasiewów zbóż stanowiło 16,3%. W Polsce uprawia się żyto na około 2500 tys. ha, co stanowi ponad 26% zasiewów zbóż. Przeciętny plon ziarna to około 2,7 ton z jednego hektara (8). Szacunkowo połowa corocznych zbiorów przeznaczana jest na cele paszowe i w znacznym stopniu wykorzystywana w przemyśle młynarskim. Do najważniejszych czynników decydujących o wartości ziarna żyta ozimego jako surowca należą odmianowe cechy genetyczne oraz warunki środowiskowe dla jego wzrostu i rozwoju.

Żyto wśród roślin zbożowych odznacza się znaczną tolerancją na konkurencyjne oddziaływanie chwastów, dlatego w uprawach płuźnych zużycie środków chwastobójczych może być niewielkie. Dążenie do uzyskiwania niższych kosztów produkcji oraz postępująca degradacja środowiska glebowego coraz częściej skłaniają do wprowadzania uproszczonych, bezpłuźnych systemów uprawowych wymagających stosowania herbicydów w maksymalnych dawkach, zwłaszcza na obszarach o intensywnej produkcji rolnej (11). Uprawa bezpłuźna w porównaniu z konwencjonalno-płuźną pozostawia na powierzchni gleby około 30% resztek poźniwnych, a sukcesywne zmniejszanie głębokości penetracji gleby przez maszyny rolnicze ogranicza erozję wodną i wietrzną, stymuluje różnorodność biologiczną gleby, stabilizuje środowisko glebowe

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6 w programie wieloletnim IUNG - PIB

oraz podwyższa zawartość substancji organicznej i makroelementów w górnych warstwach gleby, a jednocześnie spełnia zasady rolnictwa zrównoważonego (3, 17). Tak znaczna reorganizacja środowiska glebowego i ekologicznego wpływa na zmienną reakcję odmian żyta na oddziaływanie herbicydów, ale także na porażenie: siewek, podstawy źdźbła oraz kłosów przez grzyby pleśniowe z rodzaju *Fusarium* (7).

W uprawie bezpłużnej w wierzchniej warstwie gleby charakteryzującej się znacznie większą liczebnością bakterii, promieniowców oraz grzybów, np. z rodzaju *Trichoderma*, *Alternaria*, *Cladosporium* i *Nigrospora*, dochodzi w krótkim czasie do rozkładu zalegających resztek poźniwnych, co z kolei może wpływać na zmniejszenie liczby grzybów fuzaryjnych i ograniczenie występowania zgorzeli siewek (4, 6). Zagrożenie tymi patogenami wynika z faktu, że atakują uszkodzone miejsca i szybko rozmnażają się w naczyniach przewodzących, blokując w nich przepływ wody. Poza tym rozwijają się i zarodnikują, nawet w warunkach małego potencjału wodnego na zróżnicowanym materiale roślinnym, wytwarzając często mikotoksyny – toksyczne metabolity wtórne ich rozkładu (1). W ziarnie żyta najczęściej wykrywa się deoksyniwalenol, niwalenol i fumonizyny wytwarzane głównie przez *Fusarium moniliforme*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*. Odporne na choroby fuzaryjne kłosów i podstawy źdźbła odmiany żyta mogą zawierać niewielkie ilości deoksyniwalenolu, co wskazywałoby, że są one zdolne do hamowania syntezy toksyny lub jej rozkładu (14).

Stwierdzono również, że niektóre substancje aktywne herbicydów, takie jak np. chlorosulfuron czy 2,4-D z fluoksypirem, mogą działać fitotoksycznie w stosunku do wybranych odmian żyta ozimego, powodując uszkodzenia i deformacje roślin, a stosowane jesienią mogą silnie obniżyć ich zimotrwałość, powodując przedzedzenie łanu w sezonie o ostrym przebiegu zimy (2). Niska selektywność tych środków przyczyniała się często do nasilenia występowania zgorzeli siewek lub podstawy źdźbła wywołanych chorobami fuzaryjnymi. Natomiast u innych zbóż, np. u wrażliwych odmian pszenicy ozimej, 2,4-D z dikambą, powodując deformacje kłosów mógł zwiększać ich podatność na fuzariozę (13).

W każdym przypadku zarówno nieodpowiednio dobrana odmiana, jak i niska selektywność herbicydów w stosunku żyta ozimego uprawianego w różnych technologiach może mieć istotny wpływ na pogorszenie cech jakościowych ziarna, takich jak zawartości białka glutenu, skrobi, liczby opadania, wskaźnika sedymentacji itp.

Stopień porażenia upraw żyta ozimego grzybami fuzaryjnymi w zależności od sposobu uprawy można zminimalizować poprzez dobór odmian odpornych na choroby grzybowe, chroniąc jednocześnie te uprawy przed chwastami w pełni skutecznymi w ich niszczeniu herbicydami, a także selektywnymi w stosunku do tych odmian. Ograniczy to występowanie chwastów jako żywicieli pośrednich dla grzybów fuzaryjnych, co wpływa na zdrowotność roślin, poprawę cech jakościowych ziarna i ograniczy występowanie mikotoksyn.

Stan zachwaszczenia w uproszczonych systemach uprawowych żyta ozimego i jego wpływ na zdrowotność odmian

W zbiorowiskach chwastów w uprawach żyta ozimego uprawianego tradycyjnie z systemem podorywek i głęboką orką dominują na słabszych stanowiskach glebowych miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), fiołek polny (*Viola arvensis*), chaber bławatek (*Centaurea cyanus*), przetacznik bluszczokowaty (*Veronica hederifolia*) oraz w niewielkim nasileniu tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*), przytulia czepna (*Galium aparine*), gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*), rumian polny (*Anthemis arvensis*), jasnota purpurowa (*Lamium purpureum*) i mak polny (*Papaver rhoeas*). W wielkotowarowych gospodarstwach rolnych uprawa tradycyjna zastępowana jest uprawami obejmującymi jedynie wierzchnią warstwę gleby, aż do zaniechania jakichkolwiek zabiegów spulchniających, co decyduje o zmianach zachodzących w strukturze gatunkowej chwastów. Wynika to z faktu, że większość nasion chwastów jest gromadzona na powierzchni gleby, a w przypadku błędów w doborze herbicydów następuje zwiększone zachwaszczenie gatunkami jednorocznymi oraz intensyfikacja rozwoju chwastów wieloletnich. Wyniki lustracji zachwaszczenia żyta ozimego w doświadczeniach zakładanych w uprawach uproszczonych wykazały, że skład gatunkowy tej fitocenozy był uboższy, a oprócz miotły zbożowej, fiołka polnego czy chabra bławatka występujących w znacznie większym nasileniu niż w uprawie płuźnej zaczęły pojawiać się gatunki wieloletnie, takie jak *Artemisia vulgaris* (bylica pospolita).

Eliminacja konkurencji ze strony chwastów poprzez stosowanie herbicydów wywiera korzystny wpływ nie tylko na wielkość uzyskanego plonu, ale również na wartość technologiczną ziarna zbóż przeznaczanego na cele konsumpcyjne (11, 15).

W doświadczeniach własnych zakładanych w uprawie żyta ozimego zarówno w uprawie płuźnej, jak i bezpłuźnej na podstawie ocen fitotoksyczności herbicydów w odniesieniu do badanych odmian kukurydzy, z opisem uszkodzeń oraz efektywności chwastobójczej prowadzonych metodyką obowiązującą w herbologii zgodną z wytycznymi Norm Wzorcowych EPP0 nr: PP 1/152, PP 1/135, PP 1/181, PP 1/50 (2) (EPP0 1995), ustalono wpływ herbicydów na ograniczenie zachwaszczenia. Na podstawie przeprowadzonych analiz skuteczności zniszczenia chwastów po zastosowaniu chlorosulfuronu aplikowanego jesienią nie obserwowano zadowalającego efektu chwastobójczego w stosunku do miotły zbożowej i chabra bławatka, a spośród badanych odmian żyta Dańkowskie Złote zareagowało niższą tolerancją na jego działanie, co objawiło się zahamowaniem wzrostu, niewielką chlorozą oraz lekkimi deformacjami roślin. Skuteczność i selektywność tego środka była znacznie niższa w porównaniu z mieszaniną jodosulfuronu metylosodowego z mezosulfuronem metylowym (tab. 1-4).

Obserwacje porażenia kłosów roślin żyta przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. potwierdziły większe ich występowanie na obiektach silnie zachwaszczonych miotłą zbożową i chabrem bławatkiem, zwłaszcza odmiany Dańkowskie Złote. Stopień porażenia kłosów w okresie przeprowadzonych badań wynosił 4 w 9-stopniowej skali, podczas gdy na pozostałych obiektach 1.

Tabela 1

Wpływ herbicydów na stan zachwaszczenia, plonowanie i porażenie grzybami fuzaryjnymi odmiany Picasso w warunkach uprawy płuźnej

Obiekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Zniszczenie chwastów (%)			Fitotoksyczność (1:9)	Plon ziarna (dt·ha ⁻¹)	Stopień porażenia podstawy źdźbeł przez <i>Fusarium</i> (1:9)	Stopień porażenia kłosów przez <i>Fusarium</i> (1:9)
			APESV	CENCY	pozostałe				
Kontrola	-	-	*78	*21	*11	1	4,22	1	1
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	100	100	100	1	7,26	1	1
Glean 75 WG		25 g	83	87	95	1	7,19	2	2
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	99	95	99	1	7,90	1	1
Glean 75 WG		25 g	76	85	97	1	7,06	2	3
NIR ($\alpha = 0,05$)								r.n.	

r.n. – różnice nieistotne
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Wpływ herbicydów na stan zachwaszczenia, zdrowotność i plonowanie odmiany Picasso w warunkach uprawy bezpłuźnej

Obiekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Zniszczenie chwastów (%)			Fitotoksyczność (1:9)	Plon ziarna (dt·ha ⁻¹)	Stopień porażenia podstawy źdźbeł przez <i>Fusarium</i> (1:9)	Stopień porażenia kłosów przez <i>Fusarium</i> (1:9)
			APESV	CENCY	pozostałe				
Kontrola	-	-	*182	*69	*22	1	4,06	1	1
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	100	92	90	1	5,24	1	1
Glean 75 WG		25 g	76	82	93	1	5,19	2	3
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	99	80	90	1	5,30	1	1
Glean 75 WG		25 g	65	83	96	1	5,15	4	5
NIR ($\alpha = 0,05$)								r.n.	

* na kontroli liczba chwastów w szt./m² r.n. – różnice nieistotne
APESV – *Apera spica-venti*
CENCY – *Centaurea cyanus*
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Wpływ herbicydów na stan zachwaszczenia, zdrowotność i plonowanie odmiany Dańkowskie Złote w warunkach uprawy pląznej

Obiekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Zniszczenie chwastów (%)			Fitotoksyczność (1:9)	Plon ziarna (dt·ha ⁻¹)	Stopień porażenia podstawy źdźbeł przez <i>Fusarium</i> (1:9)	Stopień porażenia kłosów przez <i>Fusarium</i> (1:9)
			APESV	CENCY	pozostałe				
Kontrola	-	-	*66	*17	*9	1	4,92	1	1
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	100	100	100	1	7,07	1	1
Glean 75 WG		25 g	84	88	95	2	7,90	2	2
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	99	96	99	1	5,24	1	1
Glean 75 WG		25 g	74	86	97	2	6,79	3	1
NIR ($\alpha = 0,05$)								0,942	

r.n. – różnice nieistotne
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4

Wpływ herbicydów na stan zachwaszczenia, zdrowotność i plonowanie odmiany Dańkowskie Złote w warunkach uprawy bezpląznej

Obiekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Zniszczenie chwastów (%)			Fitotoksyczność (1:9)	Plon ziarna (dt·ha ⁻¹)	Stopień porażenia podstawy źdźbeł przez <i>Fusarium</i> (1:9)	Stopień porażenia kłosów przez <i>Fusarium</i> (1:9)
			APESV	CENCY	pozostałe				
Kontrola	-	-	*174	*61	*15	1	3,38	1	1
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	100	92	90	1	6,42	1	1
Glean 75 WG		25 g	76	82	93	3-4	6,79	3	5
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	99	80	90	1	4,59	1	1
Glean 75 WG		25 g	65	83	96	3	5,71	5	6
NIR (0,05)								0,978	

* na kontroli liczba chwastów w szt./m² r.n. – różnice nieistotne
APESV – *Apera spica-venti*
CENCY – *Centaurea cyanus*
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Wpływ herbicydów na plon ziarna i ciężar 1000 ziaren odmian żyta ozimego

Obiekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Plon ziarna (t·ha ⁻¹)				Ciężar 1000 ziaren (g)			
			uprawa płuzna		uprawa bezpłuzna		uprawa płuzna		uprawa bezpłuzna	
			Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote
Kontrola	-	-	4,22	4,92	4,06	3,38	38,9	38,9	35,3	34,9
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	7,26	7,07	5,24	6,42	39,3	39,3	37,5	36,7
Glean 75 WG		25 g	7,19	7,90	5,19	6,79	39,1	39,1	37,1	36,4
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	7,90	5,24	5,30	4,59	39,5	39,5	37,6	36,5
Glean 75 WG		25 g	7,06	6,79	5,15	5,71	39,0	39,0	37,3	36,2
Średnio			6,73	6,38	4,98	5,38	39,16	38,26	36,96	36,14
NIR (0,05) herbicydy			r.n.	0,942	r.n.	0,978	r.n.	r.n.	r.n.	0,12
NIR (0,05) odmiany			r.n.		1,312		r.n.		r.n.	
NIR (0,05) odmiana x herbicyd			r.n.				r.n.			

r.n. – różnice nieistotne
 Źródło: opracowanie własne.

Natomiast analizy laboratoryjne wykazały, że zarówno z ziarna nieodkażonego, jak i odkażonego odmiany Dańkowskie Złote pochodzącego z poletek, na których zastosowano jesienny zabieg chlorosulfuronem wyizolowano najwięcej grzybów z rodzaju *Fusarium* spp., a wśród nich *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*. Z ziarna otrzymanego z pozostałych poletek doświadczalnych, bez względu na wprowadzane uproszczenia uprawowe oraz sposoby aplikacji herbicydów, grzyby te występowały w mniejszej liczbie (tab. 8-11). Izolację grzybów wykonano zgodnie z metodą opisaną przez Tempe de (7).

Badania laboratoryjne nad oceną zawartości mikotoksyn – toksycznych produktów rozkładu grzybów fuzaryjnych – z zastosowaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) i wykorzystaniem detektora spektrofotometrycznego w UV wykazały, że w ziarnie odmiany żyta Dańkowskie Złote uprawianej systemem uproszczonym i traktowanej chlorosulfuronem wykryto zwiększony poziom deoxynivalenolu = 0,08 mg · kg⁻¹ zarówno w porównaniu z kontrolą, jak i na obiekcie chronionym mieszaniną jodosulfuronu metylosodowego z mezosulfuronem metylowym (tab. 11).

Wpływ systemów uprawowych i herbicydów na cechy jakościowe ziarna odmian żyta ozimego

Jak wynika z dotychczasowych doniesień literaturowych stosowanie herbicydów gwarantujących utrzymanie niezachwaszczonej plantacji na ogół korzystnie wpływa na jakość ziarna upraw zbożowych. W badaniach prowadzonych przez Urbana i in. (16) stwierdzono wyższą zawartość białka i glutenu oraz wskaźnika sedymentacji w ziarnie odmian pszenicy ozimej traktowanej herbicydami. Podobną zależność zawartości białka i glutenu od stosowanych herbicydów wykazują Narkiewicz - Jodko i in. (5) stwierdzając, że wysoka efektywność działania herbicydów również korzystnie wpływała na dorodność ziarna, tzn. masę tysiąca nasion i gęstość ziarna pszenicy ozimej.

W badaniach własnych istotnie najwyższy plon uzyskała odmiana Picasso (7,90 t · ha⁻¹) w obiekcie z użyciem mieszanki jodosulfuronu metylosodowego z mezosulfuronem metyloowym stosowanych wiosną w uprawie płuznej w porównaniu z pozostałymi obiektami. Najniższy plon ziarna (4,39 t · ha⁻¹) otrzymano po zastosowa-

Tabela 6

Wpływ herbicydów na zawartość białka ogólnego – norma >11,5% i liczbę opadania – norma > 110 s. w ziarnie odmian żyta ozimego

Obiekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Zawartość białka ogólnego (%)				Liczba opadania (s)			
			uprawa płuzna		uprawa bezpłuzna		uprawa płuzna		uprawa bezpłuzna	
			Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote
Kontrola	-	-	9,9	10,4	9,6	8,7	206	266	203	249
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	10,3	10,6	10,0	9,6	217	262	215	250
Glean 75 WG		25 g	9,9	10,0	9,5	9,0	215	261	201	241
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	10,0	10,7	10,7	9,8	223	277	211	249
Glean 75 WG		25 g	9,9	10,5	10,1	9,2	211	257	205	242
Średnio			10	10,44	9,98	9,26	214	264	214,4	264,6
NIR (0,05) herbicydy			r.n.	0,36	r.n.	0,45	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
NIR (0,05) odmiany			r.n.		r.n.		28,12		29,35	
NIR (0,05) odmiana x herbicyd			0,569				r.n.			

r.n. – różnice nieistotne
Źródło: opracowanie własne.

niu chlorosulfuronu w terminie jesiennym w bezpłuznym systemie uprawy odmiany Dańkowskie Złote. Przeprowadzona analiza statystyczna jedynie dla tej odmiany w każdym systemie uprawowym dowiodła, że wysokość plonów istotnie zależała od zastosowanych herbicydów (tab. 1-5). Również w warunkach uprawy bezpłuznej odmiana Dańkowskie Złote po zastosowaniu chlorosulfuronu, bez względu na termin aplikacji, reagowała istotnym obniżeniem wielkości masy 1000 ziaren.

Zawartość białka w ziarnie wszystkich odmian żyta ozimego oznaczona za pomocą urządzenia INSTALAB 600, wykorzystującego technikę bliskiej podczerwieni NIR, kształtowała się na podobnym poziomie. Najwyższą zawartość miała odmiana Picasso (11,1%), a najniższą odmiana Dańkowskie Złote (10,1%). Różnice te nie zostały jednak udowodnione statystycznie. Nie wystąpiły też interakcje między odmianami i herbicydami (tab. 6).

Kolejną cechą jakościową jest liczba opadania, charakteryzująca stan enzymów amylolitycznych w ziarnie żyta, określająca przydatność do wypieku uzyskanej mąki, a jednocześnie informująca o jej trwałości przechowalniczej. Gwarancją uzyskania mąki żytniej o odpowiednim dla procesu wypieku poziomie liczby opadania jest stoso-

Tabela 7

Wpływ herbicydów na wyrównanie – norma >80% i gęstość – norma >72 kg · m⁻³ ziarna odmian żyta ozimego

Obiekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Wyrównanie (%)				Gęstość (kg · m ⁻³)			
			uprawa płuzna		uprawa bezpłuzna		uprawa płuzna		uprawa bezpłuzna	
			Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote	Picasso	Dańkowskie Złote
Kontrola	-	-	72,1	69,7	71,2	70,1	71,2	69,2	70,8	62,9
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	72,3	71,8	71,3	72,5	72,0	72,5	71,0	72,5
Glean 75 WG		25 g	70,8	70,1	70,8	70,8	70,3	68,9	70,1	65,2
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	72,6	72,4	71,5	72,6	72,1	72,1	71,2	72,2
Glean 75 WG		25 g	72,5	72,4	71,5	71,5	72,2	69,9	71,0	66,7
Srednio			72,06	71,28	71,26	71,5	71,56	70,52	70,82	67,9
NIR (0,05) herbicydy			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
NIR (0,05) odmiany			r.n.		1,96		r.n.		2,25	
NIR (0,05) odmiana x herbicyd			r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	

r.n. – różnice nieistotne
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8

Wpływ herbicydów na stan zachwaszczenia, zdrowotność i plonowanie odmiany Picasso w warunkach uprawy płużnej w latach 2007–2010

Objekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Liczebność grzybów w ziarnie nieodkazanym				Liczebność grzybów w ziarnie odkazanym				Zawartość mikotoksyn (mg · kg ⁻¹)		
			<i>Fusarium avenaceum</i> w ziarnie	<i>Fusarium culmorum</i> w ziarnie	<i>Fusarium oxysporum</i> w ziarnie	Ogólna liczebność <i>Fusarium</i> w ziarnie	<i>Fusarium avenaceum</i> w ziarnie	<i>Fusarium culmorum</i> w ziarnie	<i>Fusarium oxysporum</i> w ziarnie	Ogólna liczebność <i>Fusarium</i>	Deoxynivalenol	Nivalenol	Zearalenon
Kontrola	-	-	5	22	3	30	4	22	3	29	n.w.	n.w.	n.w.
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	26	6	3	35	28	1	3	32	n.w.	n.w.	n.w.
Glean 75 WG		25 g	21	19	5	45	22	17	1	40	n.w.	n.w.	n.w.
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	16	18	3	37	13	14	1	28	n.w.	n.w.	n.w.
Glean 75 WG		25 g	12	10	1	23	14	9	1	24	n.w.	n.w.	n.w.

n.w. – nie wykryto
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 9

Wpływ herbicydów na stan zachwaszczenia, zdrowotność i plonowanie odmiany Picasso w warunkach uprawy bezplużnej

Objekt	Termin oprysku	Dawka Dose (ha)	Liczebność grzybów w ziarnie nieodkazanym				Liczebność grzybów w ziarnie odkazanym				Zawartość mikotoksyn (mg · kg ⁻¹)		
			<i>Fusarium avenaceum</i> w ziarnie	<i>Fusarium culmorum</i> w ziarnie	<i>Fusarium oxysporum</i> w ziarnie	Ogólna liczebność <i>Fusarium</i>	<i>Fusarium avenaceum</i> w ziarnie	<i>Fusarium culmorum</i> w ziarnie	<i>Fusarium oxysporum</i> w ziarnie	Ogólna liczebność <i>Fusarium</i>	Deoxynivalenol	Nivalenol	Zearalenon
Kontrola	-	-	23	11	4	38	21	9	2	32	n.w.	n.w.	n.w.
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	9	33	10	52	11	33	4	48	n.w.	n.w.	n.w.
Glean 75 WG		25 g	35	11	8	54	37	13	4	54	n.w.	n.w.	n.w.
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	30	17	5	52	30	15	2	47	n.w.	n.w.	n.w.
Glean 75 WG		25 g	35	29	6	70	32	27	2	61	n.w.	n.w.	n.w.

n.w. – nie wykryto

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10

Wpływ herbicydów na stan zachwaszczenia, zdrowotność i plonowanie odmiany Dankowskie Żółte w warunkach uprawy pluznej

Objekt	Termin oprysku	Dawka (ha)	Liczebność grzybów w ziarnie nicodkazonym				Liczebność grzybów w ziarnie odkażonym				Zawartość mikotoksyn (mg · kg ⁻¹)		
			<i>Fusarium avenaceum</i> w ziarnie	<i>Fusarium culmorum</i> w ziarnie	<i>Fusarium oxysporum</i> w ziarnie	Ogólna liczebność <i>Fusarium</i>	<i>Fusarium avenaceum</i> w ziarnie	<i>Fusarium culmorum</i> w ziarnie	<i>Fusarium oxysporum</i> w ziarnie	<i>Fusarium</i>	Dexynivalenol	Nivalenol	Zearalenon
Kontrola	-	-	28	23	11	62	31	24	3	58	0,012	n.w.	n.w.
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 12	0,15 kg + 1 l	21	28	14	63	25	31	3	59	n.w.	n.w.	n.w.
Glean 75 WG		25 g	43	17	0	60	38	3	3	44	n.w.	n.w.	n.w.
Atlantis 04 WG + Actirob 842 EC	BBCH 15	0,15 kg + 1 l	37	21	10	68	31	16	8	55	n.w.	n.w.	n.w.
Glean 75 WG		25 g	34	21	8	63	28	19	2	49	n.w.	n.w.	n.w.

n.w. – nie wykryto
Źródło: opracowanie własne.

wanie do przemiału ziarna o liczbie opadania nie niższej niż 110 sekund. W latach badań liczba opadania oznaczona w ziarnie odmiany Dańkowie Złote uprawianej w systemie bezpłuznym, z użyciem chlorosulfuronu, dwukrotnie przewyższała minimalną dopuszczalną normę. Istotność różnic zarówno dla pozostałych odmian, jak i dla herbicydów oraz interakcja pomiędzy badanymi czynnikami nie została udowodniona (tab. 6).

Jedną z ważnych cech jakości przemiałowej ziarna żyta jest jego wyrównanie, czyli stosunek masy ziarna pozostającego z przesiewu na określonym sicie do ogólnej masy przesiewanego ziarna. Dopuszczalną normę dla żyta, tj. 85%, uzyskano jedynie w 2008 roku, niezależnie od badanej odmiany. W pozostałych latach, chociaż wyniki były wyrównane, ziarno wszystkich odmian nie osiągnęło wymaganej normy. Nie stwierdzono także oddziaływania na tę cechę jakościową stosowanych w doświadczeniu herbicydów. Analizowane statystycznie wyniki nie potwierdziły istotności różnic w zakresie odmian, herbicydów ani też interakcji między nimi (tab. 7).

Gęstość ziarna w stanie zsypanym, określająca jego masę w $\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$, powinna dla żyta utrzymywać się na poziomie co najmniej $68 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$. Z danych przedstawionych w tabelach 4-7 wynika, że żaden z badanych czynników doświadczenia nie wpłynął istotnie na tę cechę jakości ziarna odmiany Picasso, o czym świadczy analiza statystyczna, natomiast u odmiany Dańkowskie Złote w uprawie płuznej uzyskano istotnie niższą gęstość ziarna na obiekcie z użyciem chlorosulfuronu zarówno w porównaniu z obiektem kontrolnym, jak i z pozostałymi obiektami. Również w uprawie bezpłuznej otrzymano istotnie niższe wartości gęstości ziarna od przyjętej normy zarówno w obiekcie kontrolnym, jak i w obiekcie traktowanym chlorosulfuronem w obu terminach (tab. 7).

Podsumowanie

Uprawa uproszczona wpływa na stan ilościowy i jakościowy zbiorowisk chwastów, gdzie może dochodzić do nasilenia występowania chwastów jednorocznych, zwłaszcza jednoliściennych, oraz intensyfikacji występowania gatunków wieloletnich. Prawdłowe stosowanie herbicydów gwarantujących utrzymanie czystej niezachwaszczonej plantacji na ogół korzystnie wpływa na jakość ziarna upraw zbożowych.

W uprawie uproszczonej po zastosowaniu chlorosulfuronu aplikowanego jesienią nie stwierdzono zadowalającego efektu zniszczenia miotły zbożowej i chabra bławatka. Na tym obiekcie u odmiany Dańkowskie Złote stwierdzono większe porażenie grzybami z rodzaju *Fusarium*, zwiększony poziom deoxynivalenolu zarówno w porównaniu z kontrolą, jak i w obiekcie chronionym mieszaniną jodosulfuronu metylosoowego z mezosulfuronem metylowym.

Wysokość plonowania, masa 1000 ziaren oraz badane cechy jakości ziarna, takie jak zawartość białka, liczba opadania i wyrównanie nie zależały od rodzaju zastosowanych herbicydów w czasie wegetacji roślin. Natomiast u odmiany Dańkowskie Złote w uprawie bezpłuznej uzyskano istotnie niższą gęstość ziarna na obiekcie z użyciem chlorosulfuronu aplikowanego jesienią, a w uprawie bezpłuznej jesienią i wiosną w porównaniu z obiektem kontrolnym, jak i z pozostałymi obiektami.

Na podstawie oceny zawartości mikotoksyn z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej w uprawie uproszczonej wykryto w ziarnie odmiany Dańkowskie Żłote traktowanej chlorosulfuronem zwiększony poziom deoxynivalenolu = $0,08 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ zarówno w porównaniu z kontrolą, jak i z obiektem chronionym mieszaniną jodosulfuronu metylosodowego z mezosulfuronem metylowym. W ziarnie badanych odmian żyta ozimego pozyskanego z pozostałych obiektów badawczych nie wykryto zwiększonego poziomu deoxynivalenolu oraz zearalenonu i nivalenolu.

Literatura

1. Clifford L. J., Qunshan J., Pestka J.: An improved method for the purification of the trichothecene deoxynivalenol (Vomitoxin) from *Fusarium graminearum* culture. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**: 521-523.
2. Kieloch R., Rola H., Sumisławska J., Marczewski K.: Chemiczna ochrona zbóż przed chwastami a jakość ziarna. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2009, **49(2)**: 938-945.
3. Kordas L.: Wpływ wieloletniego stosowania uprawy zerowej w zmianowaniu na zachwaszczenie. *Progr. Plant Prot.*, 2004, **44(2)**: 841-844.
4. Łacikowa B., Pięta D.: Effects of temperature and rainfall on spring barley stem base diseases (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agrobot.*, 1998, **51(1-2)**: 51-61.
5. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M.: Zdrowotność i cechy towaroznawcze ziarna czterech odmian pszenicy ozimej w zależności od stosowanych herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2002, **42**: 530-533.
6. Perkowski J.: Badania zawartości toksyn fuzaryjnych w ziarnie zbóż. *Rocz. Akad. Rol. Poznań, Rozpr. Nauk.*, 1999, **295**: 3-136.
7. Płaskowska E.: Effect of communities of soil fungi on the growth of some pathogens which cause foot-rot complex in wheat cultivated after different forecrops. *Phytopathol. Pol.*, 2000, **13**: 109-132.
8. Rocznik Statystyczny. GUS Warszawa, 2009.
9. Polska Norma PN-ISO 3093. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
10. Polska Norma PN-ISO 7971-2. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym zwanej „masą hektolitra”.
11. Rola H., Domaradzki K.: Występowanie, szkodliwość i zwalczanie chwastów w uprawie żyta ozimego. *Pam. Puł.*, 2001, **128**: 219-225.
12. Rola H., Kieloch R., Rola J.: Reakcja odmian pszenicy ozimej na herbicydy w świetle badań prowadzonych w rejonie Dolnego Śląska w latach 1971–2002. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2004, **44(1)**: 31-338.
13. Rola H., Kieloch R.: Wpływ chlorotoluronu na plonowanie oraz wybrane parametry jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 2005, **139**: 199-209.
14. Smijders C. H. A., Kretching C. F.: Inhibition of deoxynivalenol translocation and fungal colonization in *Fusarium* head blight resistant wheat. *Can. J. Bot.*, 1992, **70**: 1570-1576.
15. Sułek A., Podolska G.: Kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej pod wpływem herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2006, **46(2)**: 300-304.
16. Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M.: Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2001, **41**: 826-829.
17. Weber R.: Wpływ uprawy zachowawczej na ochronę środowiska. *Post. Nauk Rol.*, 2002, **1**: 57-67.

Adres do korespondencji:

dr Hanna Gołębiowska
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
IUNG-PIB
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel.: (71) 363 87 07 wew. 105
e-mail: h.golebiowska@iung.wroclaw.pl